

Rec'd PCT/PTO 11 JAN 2005 #2

PCT/JP03/08548

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

04.07.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年 7月11日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-202705  
[ST. 10/C]: [JP2002-202705]

REC'D 22 AUG 2003

WIPO PCT

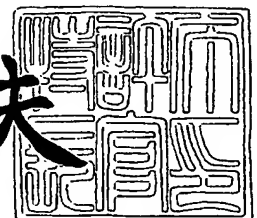
出 願 人  
Applicant(s): 株式会社安川電機

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-41382

【提出日】 平成14年 7月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02P 5/00

【発明者】

    【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内

    【氏名】 佐藤 一男

【特許出願人】

    【識別番号】 000006622

    【氏名又は名称】 株式会社安川電機

【代理人】

    【識別番号】 100105647

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小栗 昌平

    【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

    【識別番号】 100105474

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 本多 弘徳

    【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108589

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 市川 利光

    【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013930

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0002919

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 サーボ制御装置のゲイン調整方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 サーボモータからのフィードバック量と指令値との偏差を入力してトルク指令を出力する速度制御を持つサーボ制御装置のゲイン調整方法において、

機械の可動範囲全体を移動して複数の場所で、速度ループゲインを上げて振動させた後、前記速度ループゲインを下げて行き振動の収まるゲインを最大値として機械に応じたゲイン設定値とすることを特徴とするサーボ制御装置のゲイン調整方法。

【請求項 2】 前記ゲイン設定値は、前記複数の場所における各ゲイン値の中の最小値とすることを特徴とする請求項 1 記載のサーボ制御装置のゲイン調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、直動テーブル、XYテーブルあるいはロボット等の機械を駆動するサーボモータの制御に関するもので、機械の動作によって機械の支持条件や姿勢などが変わった結果、振動特性が変化する場合にも対応できる機械のサーボ制御装置のゲイン調整方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の一般的なサーボ制御装置は、図 5 に示すように、制御対象のサーボモータ 6 と、そのモータ 6 をベースドライブ回路 4 よりトランジスタをスイッチングして駆動するインバータ 5 と、位置制御、速度制御を演算する CPU 2 と、CPU 2 からの速度指令を入力してベースドライブ回路 4 への電流指令を出力する電流アンプ 3 とで構成されている。

こうした、サーボ制御装置におけるゲイン調整方法の 1 例としては、例えば、特開平 2-261083 号に開示の「サーボ系の発振検出および速度ループゲイ

ン自動調整方式」が挙げられる。この場合は、サーボモータをスティックステップさせて逆方向へも回転させ、これを繰り返し、速度ループゲインを順次上げて振動を起こさせ、サーボモータの実速度変化を微分した加速度変化を周波数分析してサーボ系の発振を検出し、この発振周波数と、予め設定してある基準の周波数を比較しながら、発振周波数が基準周波数に一致するか、あるいは、その近傍値になるように速度ループゲインを調整している。

また、特開平6-242833号に開示の「自動調整サーボ制御装置」では、サーボモータに接続される負荷機械の変化に対応できるように、サーボモータの動作開始時に、予め設定済みの標準負荷時の最適パラメータを設定して動作を開始し、動作開始時から一定時間の間観察して、その間の偏差カウンタ曲線と、予め設定された標準負荷による最適パラメータを使用した場合の偏差カウンタ曲線の規範モデルとの差を積分して、実際の負荷を推定し、予め作成して記憶する各種負荷とこれに対応する最適制御パラメータのテーブルを参照することで、実際の負荷に対応する最適制御パラメータに変更できる。

### 【0003】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術では、特開平2-261083号の場合は、ゲインを上げてサーボ系を発振させ、そのゲインを最大値としていた。つまり、ゲインが上がった所でパラメータ調整を行うため調整に余裕が無く、また、機械のある特定の場所（又は位置）で発振したゲインを算出していたので、機械の場所が変わればゲインも変わり、機械の場所毎にバラツキがあって、場所によっては振動を起こしてしまうという問題があった。

また、特開平6-242833号の場合は、一定時間観測しなければならないので場所毎のバラツキは抑えられず、更に、変化するのは負荷だけなので、正確なパラメータの調整はできないという問題があった。

そこで、本発明は、機械を駆動するサーボモータ及びサーボ制御装置で、機械の特定の場所だけではなく全可働範囲を移動してゲイン調整を行うことにより、場所によるバラツキを無くし確実なオートチューニングを可能にするサーボ制御装置のゲイン調整方法を提供することを目的としている。

## 【0004】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、サーボモータからのフィードバック量と指令値との偏差を入力してトルク指令を出力する速度制御を持つサーボ制御装置のゲイン調整方法において、機械の可動範囲全体を移動して複数の場所で、速度ループゲインを上げて振動させた後、前記速度ループゲインを下げて行き振動の収まるゲインを最大値として機械に応じたゲイン設定値とすることを特徴としている。

このサーボ制御装置のゲイン調整方法では、機械の可動範囲を移動し、可動範囲の中の複数の調整ポイント毎に、速度ループゲインを上げて振動させた後、振動が収まるゲインを最大値としてゲインを調整を行うので、振動が収まった点を使用することから振動に対しても余裕があり、また、機械の場所によるバラツキも抑えることができる。

また、請求項2に記載の発明は、前記ゲイン設定値は、前記複数の場所における各ゲイン値の中の最小値とすることを特徴としている。

このサーボ制御装置のゲイン調整方法では、機械の可動範囲の中の各調整ポイント毎にループゲインの調整を行い、各調整点でのループゲインの中の最小値を全体のループゲインとして決定するので、振動に対して安定で、機械の場所などによるバラツキが解消できる。

## 【0005】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

図1は本発明の実施の形態に係るサーボ制御装置の構成図である。

図2は図1に示すサーボ制御装置の制御ブロック図である。

図3は図1に示す振動検出回路のゲインとトルク波形のタイミングを示す図である。

図4は図1に示すサーボ制御装置の機械の可動範囲を示す図である。

図1において、1は振動検出回路、2はCPU、3は電流アンプ、4はベースドライブ回路、5はパワートランジスタモジュール、6はモータである。

図2は速度制御のブロック線図であり、11は速度制御を表し、速度指令を入力して、速度ループゲイン $K$ 、積分時定数 $T_i$ 、といった調整ゲインを有してトルク指令を出力し、モータ及び負荷に相当する $1/J S$  (12)を駆動して、速度フィードバック $\omega$ と速度指令を減算器に入力して速度偏差により速度制御を行う。

#### 【0006】

図3はループゲインとトルク波形のタイミングを示す図であり、ゲインを $G_0 \rightarrow G_1$ に上げた時に、同図下に示すトルク又は速度波形が発振臨界となり、そこでゲインを $G_2$ に下げて定常状態に調整する手順を示している。

この場合の振動検出については、従来技術の特開平2-261083号のように、サーボモータをスティックステップ（正転、反転の繰り返し）状態にしてパラメータのゲインを上げて行き、CPUによりFFTなどを用いて振幅と周波数分析を行って振動を検出する方式や、その他、CPUのサンプリング周期毎にトルク指令値 $T(i)$ と、 $T(i-1)$ の差分を求めて、所定期間内の符号の反転回数を統計演算して推定する等の方法でもよい。また、ゲインに伴い積分ゲインやトルクフィルタ等を連動するようにしてもよい。

更に、ゲインが上がらない場所ではフィルタ等で機械の振動を抑えて、再度ゲインを上げて調整するようにしてもよい。

#### 【0007】

つぎに動作について説明する。

マイクロコンピュータ2は位置や速度といった指令を外部のコントローラ等から受取る。そして、例えば、速度指令の場合は図2のブロック図の速度制御11のように速度制御を行い、その出力の電流指令や電流制御の出力で、図1に示すようなベースドライブ回路4を通してパワートランジスタ5をスイッチングしてモータ6を制御し、例えば図4に示すようなボールネジ22やテーブル21等の機械を駆動する。

ここで、振動回路1は、所定レベルを超えた場合に振動を検出するが、図4のような機械の可動範囲中に複数の調整ポイントを設定して掃引調整を実施する。まず、各測定ポイントで、図3に示すように、ゲイン $G_0 \rightarrow G_1$ へ上げる過程で

振動を検出したら、ゲインを下げて振動が収まるゲイン  $G_2$  を最大値とする調整を行う。このゲイン調整を設定された調整ポイント毎に機械の可動範囲全体に互って実施する。

そして可動範囲全域でゲイン調整を行って、各調整ポイントの調整ゲインの中の最小値を全体の調整ゲインとする。そして機械の特性等も考量し、又は再確認して速度制御系のゲイン設定を行うようにすれば、より实际的である。

なお、速度制御 11 は単純な比例積分制御（P I 制御）ではゲインは、

$$K / (1 + T_i S) \quad (1)$$

但し、 $K$ ：速度ループゲイン

$T_i$ ：積分時定数

となるが、比例積分（P I）制御以外の I P 制御、P I D 制御などの制御方法でも同様に行うことができる。

#### 【0008】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、機械の可動範囲を移動して各ポイントで速度ループゲインを上げて振動を検出し、その振動が収まるゲインを最大値として検出し、これら各調整値の中の最小値を調整ゲインとする掃引調整を実施することによって、振動に対して余裕がある安定な調整が可能になり、機械の場所等によるバラツキも抑えることができるという効果がある。

また、機械自体の調整にも適用できるという効果がある。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施の形態に係るサーボ制御装置の構成図である。

##### 【図 2】

図 1 に示すサーボ制御装置の制御ブロック図である。

##### 【図 3】

図 1 に示す振動検出回路のゲインとトルク波形のタイミングを示す図である。

##### 【図 4】

図 1 に示すサーボ制御装置で駆動する機械の可動範囲を示す図である。



【図 5】

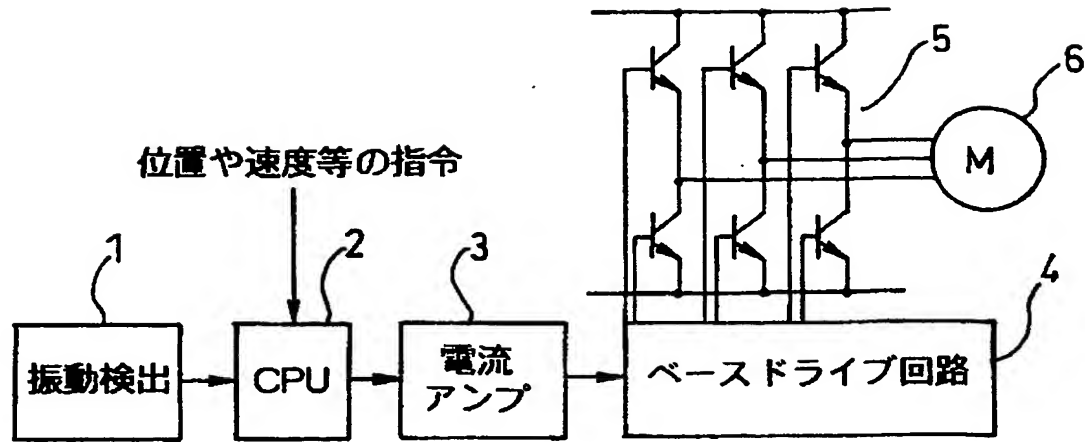
従来のサーボ制御装置を示す図である。

【符号の説明】

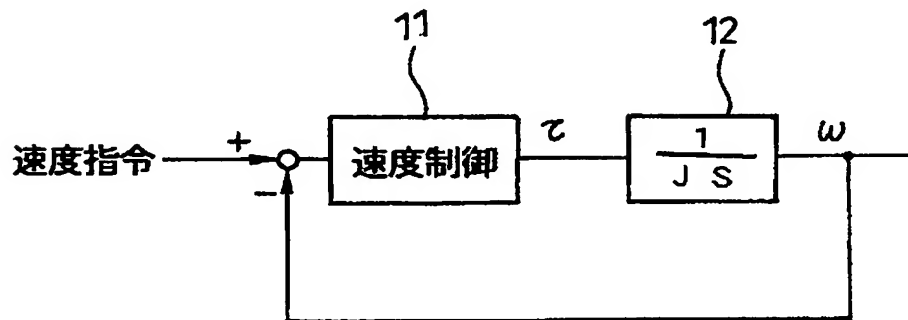
- 1 振動検出回路
- 2 C P U
- 3 電流アンプ
- 4 ベースドライブ回路
- 5 トランジスタモジュール
- 6 モータ

【書類名】 図面

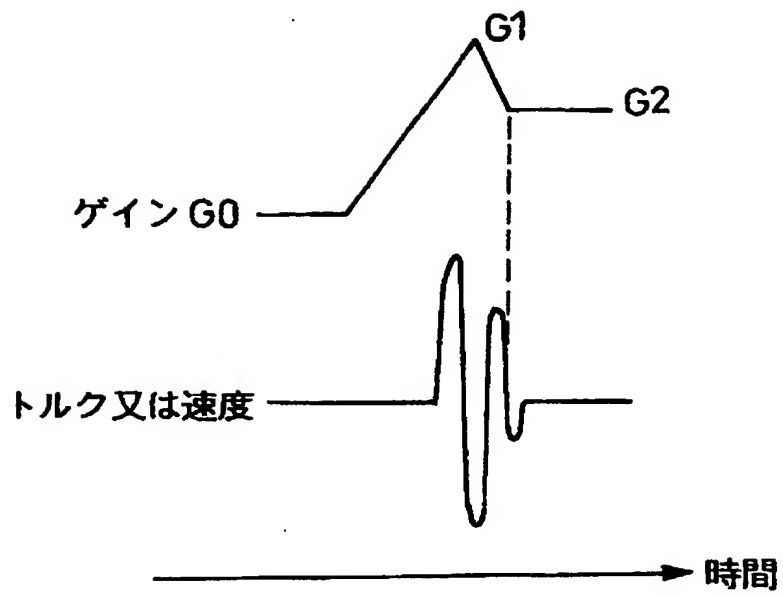
【図 1】



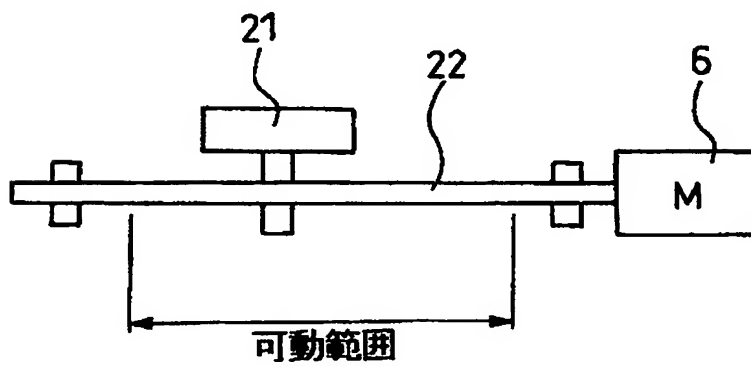
【図 2】



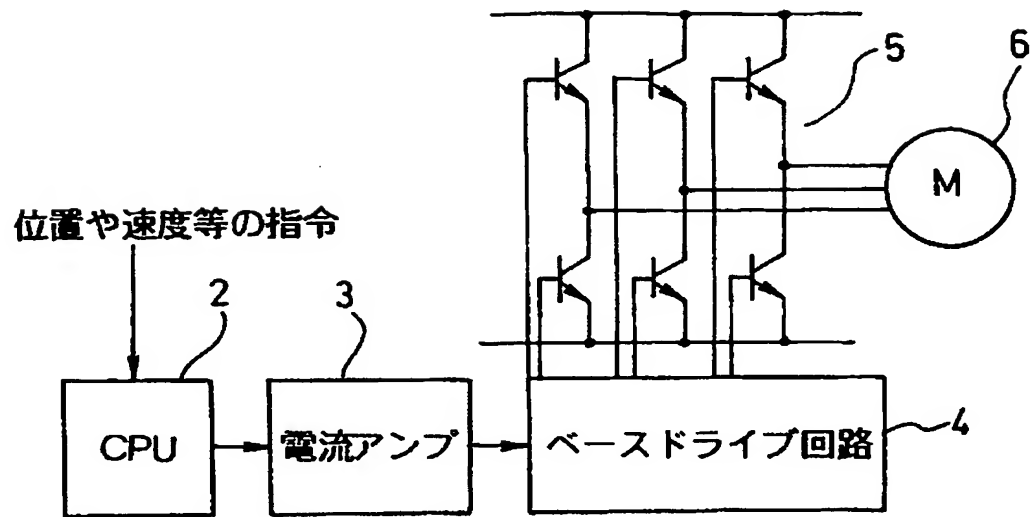
【図3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機械の場所によるバラツキを抑えるサーボ制御装置のゲイン調整方法を提供する。

【解決手段】 サーボモータからのフィードバック量と指令値との偏差を入力してトルク指令を出力する速度制御を持つサーボ制御装置のゲイン調整方法において、機械の可動範囲全体を移動して、複数の場所で、速度ループゲインを上げて振動させて振動検出回路 1 で振動を検出し、次に、ループゲインを下げて行き振動の収まるゲインを最大値として機械に応じたゲイン設定値とするものである。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 0 2 7 0 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 6 2 2 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

福岡県北九州市八幡西区大字藤田 2 3 4 6 番地

氏 名

株式会社安川電機製作所

2. 変更年月日

1 9 9 1 年 9 月 2 7 日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

氏 名

株式会社安川電機